

# Caracterización hidroquímica de los tramos no afectados por drenaje ácido de mina en la cuenca del Río Tinto

Maira Castellanos Vásquez (1\*), Gerardo Armando Amaya Yaeggy (1), Carlos Ruiz Cánovas (1)

(1) Dpto. de Ciencias de la Tierra y Centro de Investigación en Recursos Naturales, Salud y Medioambiente, Facultad de Ciencias Experimentales. Universidad de Huelva, 21071, Huelva (España)

\* corresponding author: [maira.castellanos@dct.uhu.es](mailto:maira.castellanos@dct.uhu.es)

**Palabras Clave:** Aguas superficiales, Hidroquímica, Contaminación. **Key Words:** Surface waters, Hydrochemistry, Pollution.

## INTRODUCCIÓN

El Río Tinto se encuentra en el suroeste de la Península Ibérica y discurre principalmente sobre materiales de la Faja Pirítica Ibérica (FPI). Este río es conocido mundialmente por sus extremas condiciones de contaminación desde su nacimiento hasta su desembocadura, con valores de pH extremadamente bajos en el agua y una alta concentración de metal(oid)es y sulfatos (Olías et al., 2020). Distintos factores naturales y antrópicos hacen que el Río Tinto cuente con unas condiciones únicas; sin embargo, las condiciones actuales en la cuenca se atribuyen principalmente a las actividades mineras que se han llevado a cabo en la zona durante más de 5.000 años (López-Bellido et al., 2018), que han puesto en contacto un enorme volumen de residuos ricos en sulfuros a condiciones atmosféricas.

Los residuos mineros que contienen sulfuros pueden generar drenaje ácido de mina (AMD; acrónimo en inglés de acid mine drainage) al entrar en contacto con oxígeno y agua, liberando acidez y gran cantidad de sulfatos y metal(oid)es tóxicos (e.g. Fe, Cu, Zn, Cd, Pb) al medio acuático, afectando gravemente la calidad del agua y al ecosistema del río (Olías et al., 2010; Nieto et al., 2007). Pese a las extremas condiciones de contaminación a lo largo del cauce principal del Río Tinto, aguas abajo de la zona minera se unen diferentes afluentes que no presentan un alto grado de afección por AMD, por lo que han sido menos estudiados que el río.

El objetivo de este trabajo, por tanto, es estudiar las variaciones hidroquímicas de las aguas superficiales no afectadas por AMD en la cuenca del Río Tinto a largo plazo y comparar los valores de concentración de contaminantes en los distintos puntos a partir de la información disponible de la Red Oficial de Control de Calidad de la Junta de Andalucía.

## MÉTODOS

Se recopilaron los datos de una serie histórica de mediciones de parámetros fisicoquímicos registrados en distintas estaciones de muestreo a lo largo de la Demarcación Hidrográfica Tinto, Odiel y Piedras, obtenidos a través del portal de Medio Ambiente de la consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible de la Junta de Andalucía (<http://dma.agenciamedioambienteyagua.es/>).

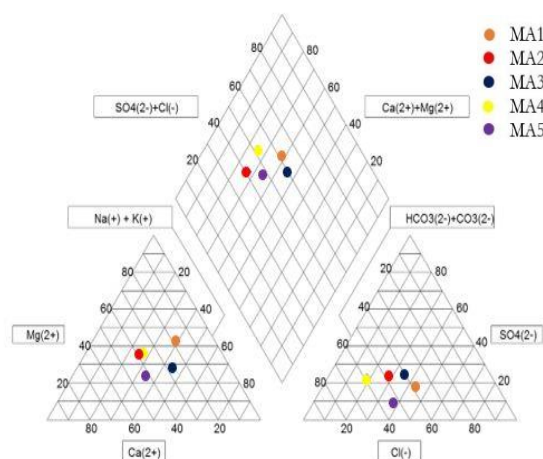
Para estudiar los afluentes no afectados por AMD en la cuenca del Río Tinto, se analizó el comportamiento y la evolución temporal de los principales parámetros fisicoquímicos y concentraciones de metales en el periodo comprendido desde 2008 hasta 2022, obteniendo los valores medios de las masas de agua que a priori no tienen afección por AMD, a diferencia del curso principal, que presenta una evidente contaminación. La selección de los puntos de muestreo está condicionada por ser puntos oficiales de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía y se realizó en base a la disponibilidad, cantidad de datos y la ubicación. Posteriormente, se llevó a cabo un control de calidad de datos y análisis estadístico mediante programas como Excel y Origin Pro 8.6.

En este contexto, se identificaron 5 puntos de muestreo de tramos no afectados: arroyo del Gallego (MA1), rivera Cachán (MA2), rivera Casa Valverde (MA3), rivera del Jarrama II (MA4), río Corumbel (MA5). Para caracterizar estos cursos de agua según sus facies hidrogeoquímicas, se elaboraron diagramas Piper para su representación.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La evolución temporal de los principales parámetros y elementos estudiados durante un largo período de tiempo refleja, de modo general, que todos los puntos estudiados presentan valores medios de pH próximos a neutros (7.4-7.7), conductividades eléctricas bajas (0.1-04 mS/cm) y concentraciones de metal(oid)es bajas.

Estas aguas presentan facies tanto bicarbonatadas cálcico-magnésicas como cloruradas mixtas (Fig.1). Las características fisicoquímicas de estos cursos de agua están directamente relacionadas por la litología de los materiales que atraviesan como por la influencia de las actividades que tienen lugar en su cuenca de drenaje, situándose en su mayoría sobre las rocas del grupo PQ (pizarras y cuarcitas) de la FPI y otras asociadas a calcarenitas y rocas intermedias (andesitas y hialoclastitas andesíticas).



*Fig 1. Diagrama Piper de las muestras estudiadas.*

Los tramos no afectados por AMD que se estudiaron juegan un papel importante en los procesos de atenuación natural del cauce principal del Río Tinto. La dilución y mezcla por el aporte de caudal procedente de los ríos no contaminados y los procesos de precipitación de minerales secundarios ayudan a reducir la concentración de contaminantes a medida que el agua fluye aguas abajo y se aleja de los focos contaminantes. Estos procesos se aceleran especialmente en eventos de intensa precipitación, contribuyendo a la mejora de la calidad del agua.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto LIFEWATCH-INDALO (INFRAESTRUCTURAS CIENTÍFICAS PARA EL SEGUIMIENTO Y ADAPTACIÓN ANTE EL CAMBIO GLOBAL EN ANDALUCÍA).

## REFERENCIAS

- García-Sánchez, A., Olías, M., Nieto, J.M., Galán, E., Pamo, E.L., Cerón, J.C., et al. (2019): The hydrogeochemistry of the Tinto and Odiel rivers (southwest Spain) and the geochemical behavior of rare earth elements in acidic waters. *Journal of Geochemical Exploration*, **205**, 106372. DOI: 10.1016/j.gexplo.2019.106372.
- López-Bellido, F. J., López-Bellido, L., Flores-Rojas, G. G. (2018): Heavy metal pollution in water and sediments from the Tinto-Odiel estuary (Southwestern Spain). *Journal of Environmental Science and Health, Part A*, **53(13)**, 1153-1164. DOI: 10.1080/10934529.2018.1470687.
- Nieto JM, Sarmiento AM, Olías M, Canovas CR, Riba I, Kalman J, Delvalls TA. (2007): Acid mine drainage pollution in the Tinto and Odiel rivers (Iberian Pyrite Belt, SW Spain) and bioavailability of the transported metals to the Huelva Estuary. *Environ Int.*, **33(4)**, 445-55. DOI: 10.1016/j.envint.2006.11.010.
- Olías, M., Nieto, J.M., Miguel Sarmiento, A., Ruiz Cánovas. C. (2010): La contaminación minera de los ríos Tinto y Odiel. Junta de Andalucía. 166p.
- , Ruiz Cánovas. C, Macías, F., Basallote, M., Nieto, J.M (2020): The Evolution of Pollutant Concentrations in a River Severely Affected by Acid Mine Drainage: Río Tinto (SW Spain). *Minerals*. **10(7)**, 598. DOI: 10.3390/min10070598.